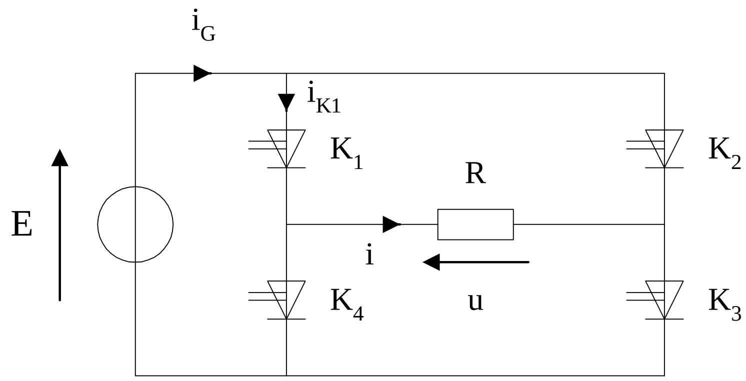
2 exercices corrigés d'Electronique de puissance sur l'onduleur

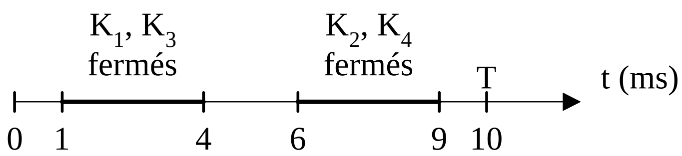
Exercice Ond01 : onduleur autonome

On réalise le montage suivant en utilisant quatre interrupteurs électroniques, fonctionnant deux par deux :



Le générateur de tension continue a une f.e.m. E égale à 24 V.
La charge est une résistance de valeur R = 100 Ω.

Le fonctionnement des interrupteurs est résumé sur le diagramme ci-dessous :



Les interrupteurs sont supposés parfaits.

1- Représenter les chronogrammes :

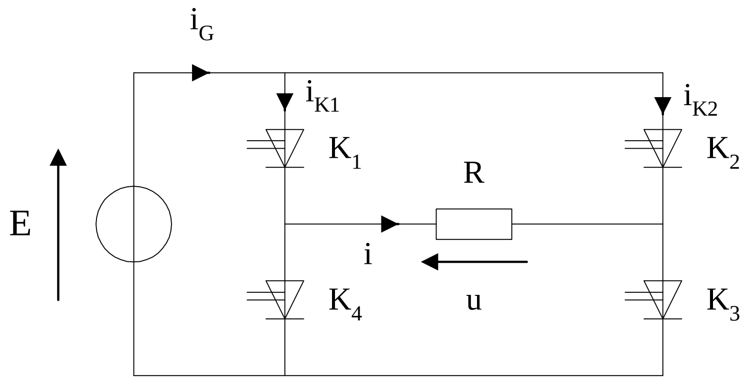
- de la tension u aux bornes de la charge
- des courants i, i_{K1} et i_G.

2- Calculer la valeur efficace de la tension u.
En déduire la valeur efficace du courant i et la puissance reçue par la charge.

3- Calculer la valeur moyenne du courant débité par le générateur.
En déduire la puissance fournie par le générateur et le rendement de l'onduleur.
Commentaire ?

Exercice Ond02 : onduleur autonome

L'onduleur suivant est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés (K_1 à K_4) supposés parfaits.
E est une source de tension continue parfaite de valeur 200 V.
La charge est une résistance de valeur R = 100 Ω.



Le tableau ci-dessous indique les états de conduction des interrupteurs.

	$0 < t < \alpha T/2$	$\alpha T/2 < t < T/2$	$T/2 < t < (1+\alpha)T/2$	$(1+\alpha)T/2 < t < T$
K_1	Fermé	Fermé	Ouvert	Ouvert
K_2	Ouvert	Fermé	Fermé	Ouvert
K_3	Fermé	Ouvert	Ouvert	Fermé
K_4	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé

1- Quel type de conversion réalise un onduleur autonome ?

Citer une application de ce type de convertisseur.

2- Représenter en fonction du temps la tension u aux bornes de la charge et le courant i circulant dans celle-ci (on prendra $\alpha = 1/3$).

3- Exprimer la valeur moyenne et la valeur efficace du courant i en fonction de E, R et α.
Faire l'application numérique (avec $\alpha = 1/3$).

4- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie à la charge.

5- Tracer les chronogrammes des courants i_{K1}, i_{K2} et i_G.

6- Exprimer les valeurs moyennes des courants i_{K1}, i_{K2} et i_G en fonction de E, R et α.
Faire l'application numérique.

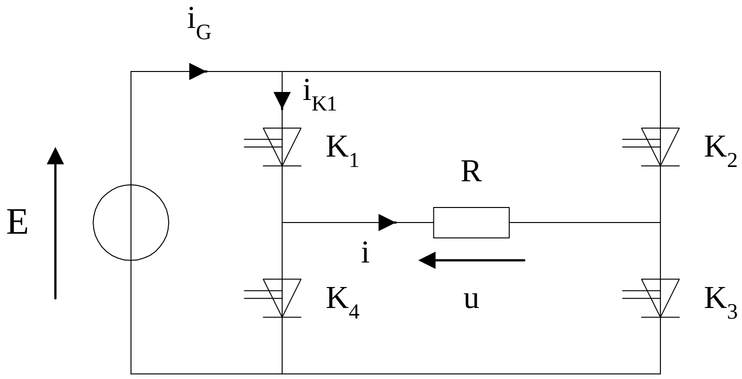
7- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie par la source E.
Commentaire ?

8- Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

Corrigés

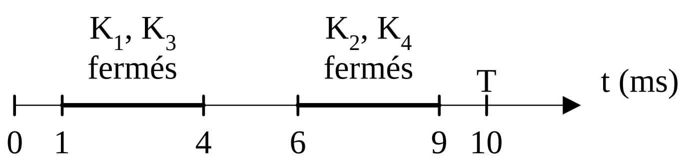
Exercice Ond01 : onduleur autonome

On réalise le montage suivant en utilisant quatre interrupteurs électroniques, fonctionnant deux par deux :



Le générateur de tension continue a une f.e.m. E égale à 24 V.
La charge est une résistance de valeur R = 100 Ω.

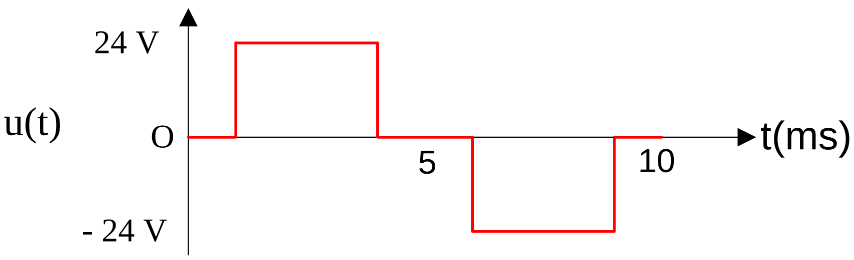
Le fonctionnement des interrupteurs est résumé sur le diagramme ci-dessous :



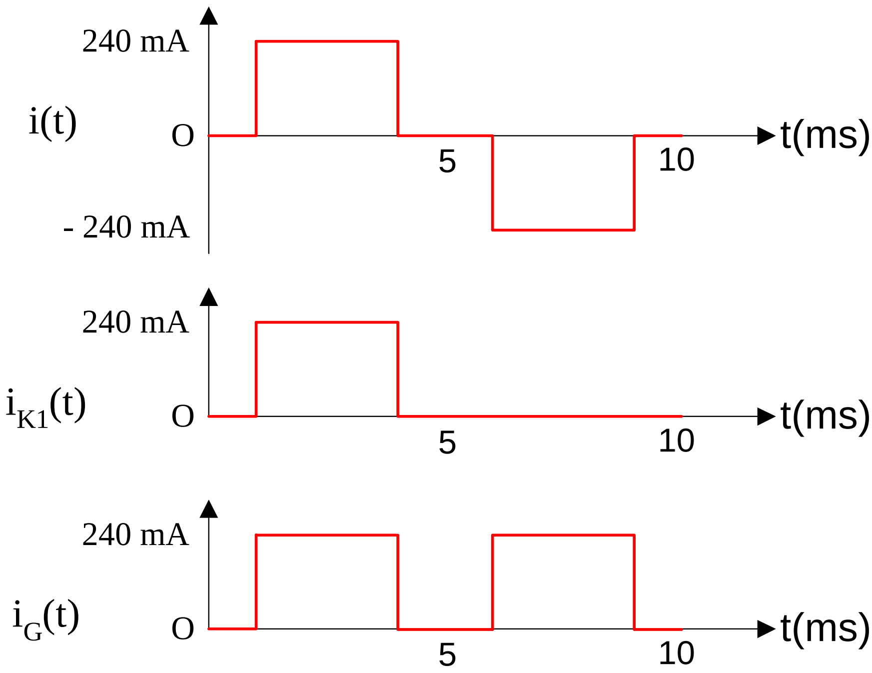
Les interrupteurs sont supposés parfaits.

1- Représenter les chronogrammes :

- de la tension u aux bornes de la charge



- des courants i, i $_{K1}$ et i $_G$.



2- Calculer la valeur efficace de la tension u.

$$U = E\sqrt{1-\frac{\tau}{\frac{T}{2}}} = 24\sqrt{1-\frac{2}{5}} = 18{,}6\ V$$

En déduire la valeur efficace du courant i et la puissance reçue par la charge.

I = U / R = 186 mA
RI² = 3,46 W

3- Calculer la valeur moyenne du courant débité par le générateur.

$< i_G > = 240 \times 3 / 5 = 144$ mA

En déduire la puissance fournie par le générateur et le rendement de l'onduleur.

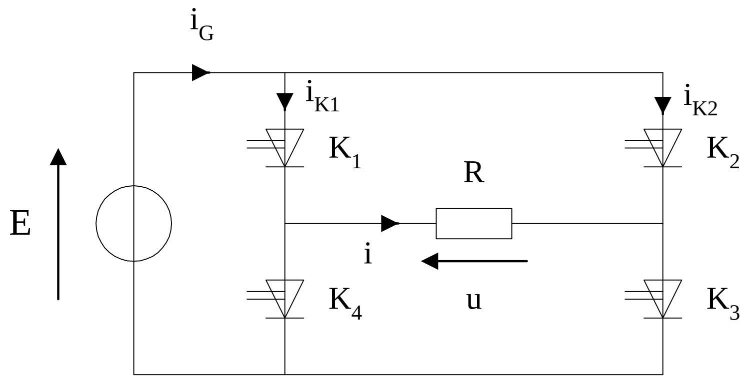
$E < i_G > = 3{,}46$ W
Rendement : 100 %

Commentaire ?

Le rendement est de 100 % car les interrupteurs sont supposés parfaits (ce qui n’est évidemment pas le cas en pratique).

Exercice Ond02 : onduleur autonome

L'onduleur suivant est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés (K_1 à K_4) supposés parfaits.
E est une source de tension continue parfaite de valeur 200 V.
La charge est une résistance de valeur R = 100 Ω.



Le tableau ci-dessous indique les états de conduction des interrupteurs.

	$0 < t < \alpha T/2$	$\alpha T/2 < t < T/2$	$T/2 < t < (1+\alpha)T/2$	$(1+\alpha)T/2 < t < T$
K_1	Fermé	Fermé	Ouvert	Ouvert
K_2	Ouvert	Fermé	Fermé	Ouvert
K_3	Fermé	Ouvert	Ouvert	Fermé
K_4	Ouvert	Ouvert	Fermé	Fermé

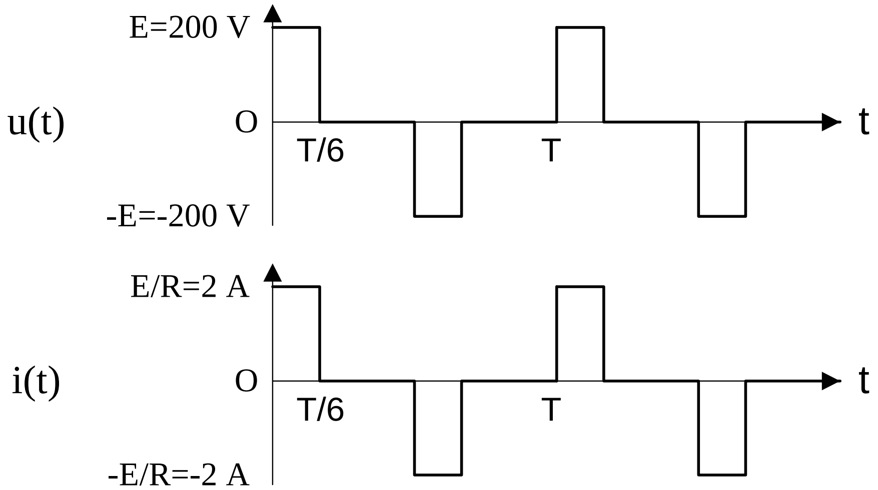
1- Quel type de conversion réalise un onduleur autonome ?

Conversion continu/alternatif.

Citer une application de ce type de convertisseur.

Alimentation de secours.
Variateur de vitesse pour moteur asynchrone.

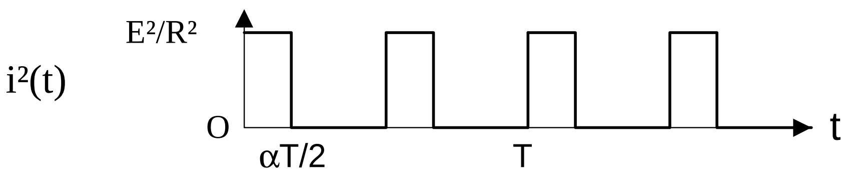
2- Représenter en fonction du temps la tension u aux bornes de la charge et le courant i circulant dans celle-ci (on prendra α = 1/3).



3- Exprimer la valeur moyenne et la valeur efficace du courant i en fonction de E, R et α. Faire l'application numérique (avec α = 1/3).

$< i > = 0$

Par définition : $I_{eff} = \sqrt{< i^2 >}$



$< i^2 > = \alpha(E/R)^2$

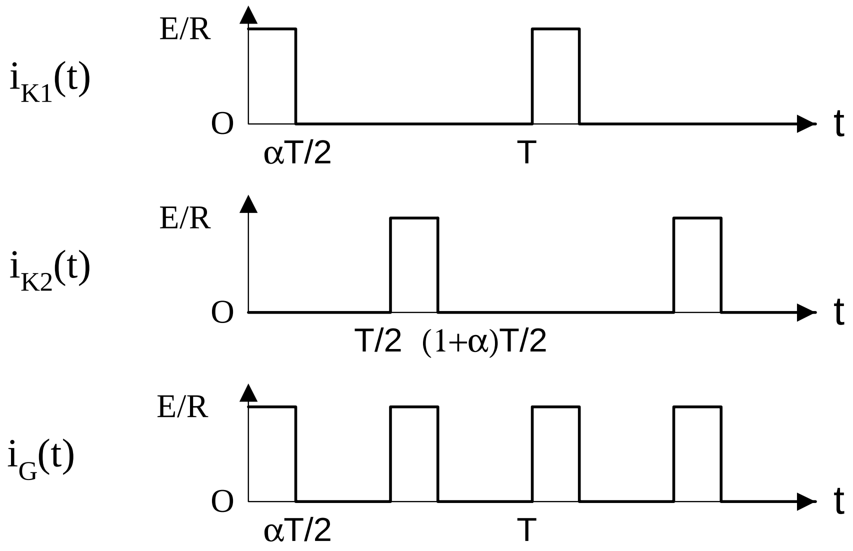
Finalement : $I_{eff} = \sqrt{\alpha}\frac{E}{R} = 1{,}155\ \text{A}$

4- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie à la charge.

$< ui > = < Ri^2 > = RI_{eff}^2$ (Loi de Joule)

A.N. 133 watts

5- Tracer les chronogrammes des courants i_{K1}, i_{K2} et i_G.



6- Exprimer les valeurs moyennes des courants i_{K1}, i_{K2} et i_G en fonction de E, R et α. Faire l'application numérique.

$$< i_{K1} > = < i_{K1} > = \frac{\alpha E}{2R}$$

A.N. 0,33 A

$< i_G > = < i_{K1} > + < i_{K2} > = \alpha E / R = 0,67$ A

7- En déduire la valeur moyenne de la puissance fournie par la source E. Commentaire ?

$< E\, i_G > = E < i_G > = 133$ W

La puissance reçue par la charge est égale à la puissance fournie par la source.
Le rendement du onduleur est donc de 100 %.
Autrement dit, il n'y a pas de pertes dans les interrupteurs électroniques (c'est normal puisque ceux-ci ont été supposés parfaits …).

8- Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

Les interrupteurs doivent être commandables à l'ouverture et à la fermeture.
En pratique, on utilise des semi-conducteurs de puissance tels que le transistor bipolaire, le thyristor GTO, le transistor MOSFET ou encore le transistor IGBT (liste non exhaustive).